

Uji Kandungan Logam Berat Pb Dan Hg Pada Air, Sedimen Dan Lamun (*Enhalus acoroides*) Di Perairan Teluk Kayeli Kabupaten Buru Provinsi Maluku

Nur Alim Natsir¹, Debby A. J Selanno², Ch.I. Tupan³, Y.T.Male⁴

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
Institut Agama Islam Negeri Ambon

^{2,3}Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Pattimura Ambon

⁴Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Pattimura Ambon

¹Email: nuralimnatsir@gmail.com

²Email: debby_st@yahoo.co.id

³Email: lotjetupan@yahoo.com

⁴Email: yusmale@fmipa.unpatti.ac.id

Abstrak: Perbedaan akumulasi logam berat timbal dan merkuri pada air, sedimen dan organ lamun *Enhalus acoroides* (akar, rhizoma dan daun) ditemukan di perairan Teluk Kayeli Pulau Buru Provinsi Maluku. Sampel diambil dari sepuluh stasion pengamatan (Muara Sungai Kayeli, Muara Sungai Suket, Muara Sungai Anahoni, Muara Sungai Waelata I, Muara Sungai Waelata II, Muara Sungai Waeapo, Muara Sungai Sanleko, Muara Sungai Marlosso, Pantai Nametek dan Pantai Jikumerasa). Pb dan Hg di analisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer*. Kandungan Pb dan Hg di sedimen lebih tinggi daripada di air. Kandungan Pb dan Hg tertinggi ditemukan pada akar kemudian pada rhizoma dan daun (akar > rhizoma > daun). Lamun *Enhalus acoroides* merupakan salah satu organisme hidup yang dapat dijadikan sebagai bioindikator tingkat pencemaran logam berat dalam lingkungan perairan.

Kata Kunci: *Enhalus acoroides*, Pb, Hg, Bioakumulasi, Bioindikator

Abstract: The difference in accumulation of lead and mercury heavy metals in water, sediments and seagrass organs *Enhalus acoroides* (roots, rhizomes and leaves) is found in the waters of Kayeli Bay, Buru Island, Maluku Province. Samples were taken from ten observed station (Kayeli River Estuary, Suket River Estuary, Anahoni River Estuary, Waelata I Estuary, Waelata River Estuary II, Waeapo River Estuary, Sanleko River Estuary, Marlosso River Estuary, Nametek Beach and Jikumerasa Beach). Pb and Hg were analyzed using *Atomic Absorption Spectrophotometer*. The content of Pb and Hg in sediments is higher than in water. The highest Pb and Hg content is found in the roots then in the rhizoma and leaves (roots > rhizoma > leaves). Seagrass *Enhalus acoroides* is

one of the living organisms that can be used as a bio-indicator of the level of heavy metal pollution in the aquatic environment.

Key Words: *Enhalus acoroides*, Pb, Hg, Bioakumulasi, Bioindicator

Pencemaran lingkungan pesisir dan lautan menjadi masalah global, terutama di negara maju dan berkembang. Polusi di daerah pantai dan laut umumnya terjadi karena pembangunan industri dan kegiatan pariwisata di daerah pesisir. Dampak dari kegiatan ini akan cenderung meningkatkan jumlah sampah yang dibuang ke perairan. Logam berat termasuk limbah berbahaya yang berperan sebagai sumber polusi, yang umumnya beracun. Mengingat potensi efek merugikan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia, zat-zat ini jadi perhatian besar untuk studi lebih lanjut (Rainbow, 2007; Roberts et al., 2008). Limbah logam berat merupakan limbah yang paling berbahaya karena menimbulkan efek racun bagi manusia (Boran dan Altinok, 2010). Pencemaran logam berat yang masuk ke lingkungan perairan akan terlarut dan akan terakumulasi dalam sedimen ataupun biota dan dapat bertambah sejalan dengan berjalannya waktu, tergantung pada kondisi lingkungan perairan tersebut (Wulandari *et al.*, 2012; Rijal, M et al., 2014). Bioakumulasi logam dalam suatu organisme laut merupakan langkah pertama sebelum organisme tersebut menunjukkan responnya terhadap pencemar atau kontaminan dan siklus geokimia (Fisher, 2003). Proses bioakumulasi logam berat secara kimiawi merupakan reaksi pembentukan senyawa kompleks antara logam berat dengan sel-sel organisme yang berfungsi sebagai ligan. Proses ini diterangkan melalui teori *Ligan Biotic Model* yaitu: ion logam bebas atau derivatnya dirancang untuk memprediksikan bagaimana logam berat tersebut berinteraksi dengan organisme akuatik (Campbell, 2002).

Lamun adalah salah satu jenis vegetasi yang mampu hidup dan berkembang dengan baik di kawasan pesisir serta menjadi habitat beberapa jenis hewan laut, seperti: teripang, landak laut, bintang laut, dan bulu babi. Lamun merupakan kelompok tumbuhan berbiji tunggal (monokotil) dari kelas angiospermae dan mempunyai fungsi ekologis yang sangat besar. Lamun biasanya terdapat dalam jumlah yang cukup besar dan dapat membentuk suatu padang lamun yang rapat, menutupi suatu area yang luas pada daerah pesisir di daerah subtropis dan daerah tropis. Lamun merupakan produsen primer di laut yang cukup besar bila dibandingkan dengan ekosistem lainnya (Azkab, 2006). Daun, yang umumnya berbentuk pita, bertindak sebagai perangkap bahan tersuspensi yang dibawa oleh arus ke daerah padang lamun. Rhizoma dan sistem perakarannya dapat menstabilkan sedimen sehingga dapat mencegah erosi, terutama saat terjadi badai, hujan dan banjir (Björk *et al.* 2008). Penelitian mengenai kemampuan vegetasi perairan, baik lamun maupun makro alga dalam mengakumulasi logam berat telah diteliti sebelumnya oleh (Endang, 2008; Ahmad *et al.*, 2015; Ambo-Rappe *et.al.*, 2011; Sudharsan *et al.*, 2012; Supriyantini *et al.*, 2016; Thangaradjou *et al.*, 2010; Tupan dan Azrianingsih, 2016)

yang menemukan bahwa lamun merupakan salah satu cara untuk menentukan tingkat cemaran di perairan laut. Lamun merupakan suatu penanda kapasitas akumulasi logam karena berinteraksi secara langsung dengan badan air dan air tanah (substrat) melalui daun dan akarnya untuk *uptake* ion-ion sehingga lamun dapat merefleksikan status kesehatan perairan secara keseluruhan (Ahmad *et al.*, 2015; Supriyanti *et al.*, 2016).

Teluk Kayeli merupakan perairan yang terdapat di Kabupaten Buru Provinsi Maluku dan terletak antara $3^{\circ} 15' 55'' - 3^{\circ} 22' 50''$ S dan $127^{\circ} 01' 35'' - 127^{\circ} 01' 35''$ T yang. Perairan ini rentan mengalami kontaminasi logam berat. Hal ini diakibatkan oleh aktivitas pertambangan emas tradisional yang beroperasi di kawasan aliran Sungai Waeapo dan bermuara langsung ke Teluk Kayeli. Pertambangan ilegal yang tidak terkendali di daerah ini akan mengancam kelestarian lingkungan. Lingkungan yang tercemar oleh limbah bahan kimia pertambangan akan berdampak pada lahan pertanian, pencemaran laut serta dalam jangka panjang dapat mengancam kesehatan penduduk setempat karena mengkonsumsi air serta bahan pangan yang telah tercemari logam berat (Tuaputty, 2014). Agus *et al.* (2005) dan Ning *et al.* (2011) melaporkan bahwa pertambangan emas tradisional merupakan salah satu sumber masuknya logam berat ke dalam lingkungan perairan. Penelitian tentang status pencemaran logam berat di wilayah perairan Teluk Kayeli Kabupaten Buru masih terus dilakukan baik pada air, sedimen maupun lamun (*Enhalus acoroides*). Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis kandungan logam berat Pb dan Hg di air, sedimen dan organ lamun *Enhalus acoroides* (akar, rhizoma dan daun).

METODE PENELITIAN

Penentuan Titik dan Pengambilan Sampel

Penetapan titik pengambilan sampel menggunakan *Geographic Positioning System* (GPS) merek Garmin. Penetapan titik pengambilan sampel dilakukan secara sengaja yakni dengan pertimbangan daerah aliran bahan pencemar dari sumber dan potensi sasaran yang terkena dampak di perairan. Stasiun pengambilan sampel dibagi menjadi 9 titik sampling dan satu titik sampling yang mewakili daerah yang jauh dari sumber pencemar. Stasiun 1 (Muara Kayeli) terdapat kegiatan di darat (dermaga, pemukiman, pertambangan (tromol)); Stasiun 2 (Muara Suket) terdapat mangrove dan tidak terdapat kegiatan darat; Stasiun 3 (Muara Anahoni) tidak terdapat kegiatan di darat namun merupakan aliran pembuangan limbah pertambangan emas (sumber pencemar); Stasiun 4 dan 5, yaitu sungai Waelata I, Sungai Waelata II terdapat kegiatan di darat (pemukiman, pertambangan); Stasiun 6 (Muara Waeapo) terdapat mangrove dan kegiatan darat (pemukiman, pertambangan) dan Stasiun 7, 8 dan 9 (sungai Sanleko, sungai Marlosso dan Pantai Nametek) terdapat lamun dan kegiatan di darat (pertambangan menggunakan tromol, pemukiman penduduk, dermaga). Pada masing-masing stasiun dilakukan pengukuran parameter fisik-kimia air, pengambilan sampel air, sedimen dan

tumbuhan lamun. Pengambilan sampel air dilakukan dengan menggunakan botol polietilen mengacu pada SNI 6989.57:2008. Sebelum melakukan pengambilan sampel terlebih dahulu dilakukan pengukuran parameter fisik kimia seperti suhu, pH, salinitas, kedalaman, kekeruhan dan kecerahan.

Pengambilan sampel air langsung menggunakan botol sampel pada kedalaman \pm 30 cm di setiap titik. Sampel air yang akan diukur kadar logam beratnya (Pb dan Hg) ditambahkan HNO_3 sebagai pengawet sampai $\text{pH} < 2$ kemudian disimpan dalam *cool box* selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dianalisis. Sampel sedimen diambil dengan menggunakan *ekman grab*. Sedimen diambil sebanyak 300 gram lalu dimasukkan ke dalam plastik polietilen dan disimpan dalam *cool box* selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dianalisis kandungan Pb dan Hg. Pengambilan sampel lamun dilakukan dengan menggunakan alat linggis dan trolol kemudian dicabut perlahan-lahan agar lamun tidak rusak. Sampel lamun *Enhalus acoroides* diambil di perairan Teluk Kayeli yang terdapat lamun. Sampel lamun dimasukkan ke dalam kantong plastik, lalu disimpan dalam *cool box* dan dibawa ke laboratorium untuk preparasi sebelum dianalisis kandungan logam berat (Pb dan Hg) pada organ akar, rhizoma dan lamun.

Analisis Kandungan Logam Berat Pb dan Hg

Sampel *Enhalus acoroides* diambil pada 2 Stasion pengamatan (Marlosso dan Jikumerasa) dimana terdapat lamun (dari 10 Stasion pengamatan). Analisis kandungan logam berat pada sampel air adalah diambil 10-25 ml kemudian dilakukan ekstraksi: Masukkan sampel ke dalam tabung *digestion*. Ditambahkan 5 ml HNO_3 p.a. dan 0,5 ml HClO_4 p.a. dan biarkan satu malam. Besoknya dipanaskan dalam *digestions* blok dengan suhu 100°C selama satu jam, kemudian suhu ditingkatkan menjadi 150°C . Setelah uap kuning habis, suhu *digestion* blok ditingkatkan menjadi 200°C . Destruksi selesai setelah keluar asap putih dan sisa ekstrak kurang lebih 0,5 ml. Tabung diangkat dan dibiarkan dingin. Ekstrak diencerkan dengan air bebas ion hingga volume tepat 50 ml dan kocok dengan pengocok tabung hingga homogen. Ekstrak ini dapat digunakan untuk pengukuran unsur-unsur makro dan mikro. Untuk standar tanpa melewati proses pengabuan. Sampel dianalisis menggunakan Atomic Absorption Spectrofotometer (AAS). Alat dan metode yang digunakan untuk ekstraksi dan analisis logam berat timbal dan merkuri pada air dan sedimen sama dengan pada organ lamun.

Data kandungan logam berat Pb dan Hg yang diperoleh ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik dan histogram kemudian dibahas secara deskriptif. Hasil analisis logam berat Pb dan Hg dalam air pada titik pengambilan sampel dibandingkan dengan nilai standar yang ditetapkan oleh Pemerintah melalui Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang penetapan Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut. Kandungan logam berat Pb dan Hg dalam sedimen dibandingkan dengan standar baku mutu CCME, ANZECC dan NOAA. Kandungan logam berat Pb dan Hg dalam organ lamun dibandingkan dengan baku mutu SNI 7387:2009. Analisis Multifaktorial ANOVA (Two

Way ANOVA $p < 0,05$) juga digunakan untuk mengetahui: perbedaan akumulasi logam berat Pb dan Hg pada masing-masing titik lokasi pengambilan sampel. Selain itu Two Way ANOVA $p < 0,05$ digunakan untuk mengetahui perbedaan akumulasi logam Pb dan Hg pada akar, rhizoma dan daun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Logam Berat Pb dan Hg pada Air dan Sedimen

Hasil analisis Two-way ANOVA menunjukkan bahwa logam berat Pb berbeda signifikan ($P < 0,005$) antara sedimen dan air di perairan Teluk Kayeli. Kandungan rata-rata Pb tertinggi terdapat pada sedimen (1,2818 mg/Kg) dibandingkan dengan air (1,2186 mg/L)

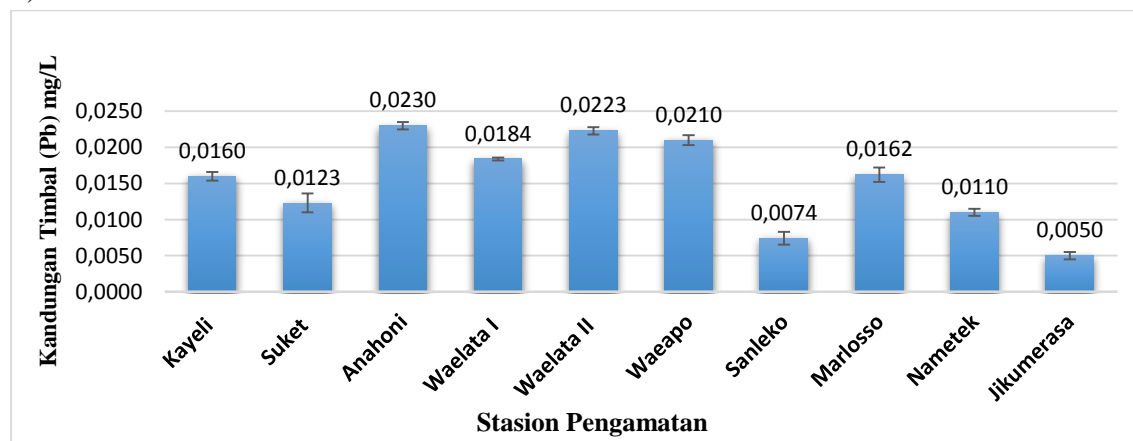
Tabel 1. Perbedaan kandungan Pb pada sedimen dan air

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

Pengamatan	N	Mean	Grouping
Sedimen	60	1,2818	A
Air	60	1,2186	B

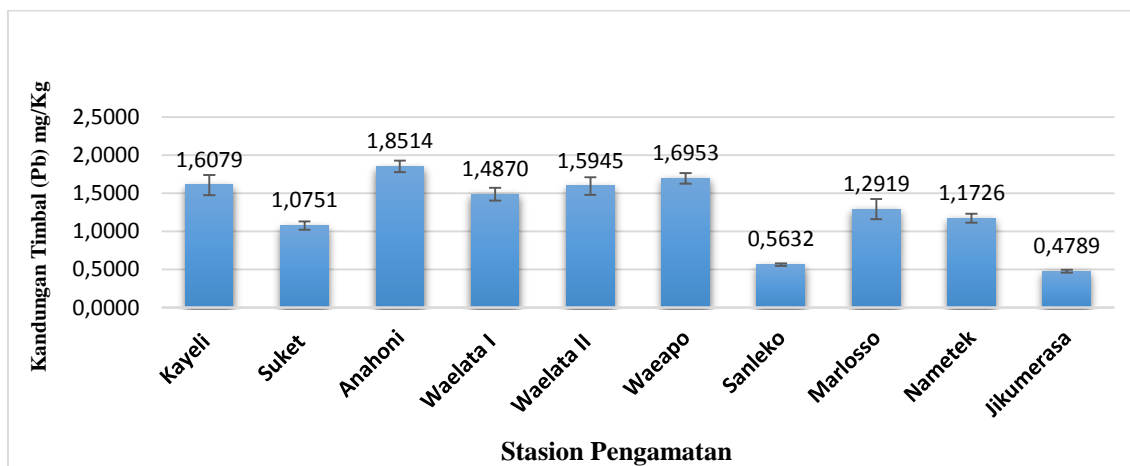
Means that do not share a letter are significantly different

Hasil pengukuran kandungan Pb dalam air laut di perairan Teluk Kayeli pada 10 stasion pengamatan berkisar antara $0,005 \pm 0,0005$ mg/L – $0,023 \pm 0,0005$ mg/L (Gambar 1).



Gambar 1. Kandungan timbal (Pb) pada air

Hasil pengukuran kandungan Pb pada sedimen di perairan Teluk Kayeli menunjukkan kisaran antara $0,4789 \pm 0,01913$ – $1,8514 \pm 0,07471$ mg/Kg (Gambar 2)



Gambar 2. Konsentrasi timbal (Pb) pada sedimen

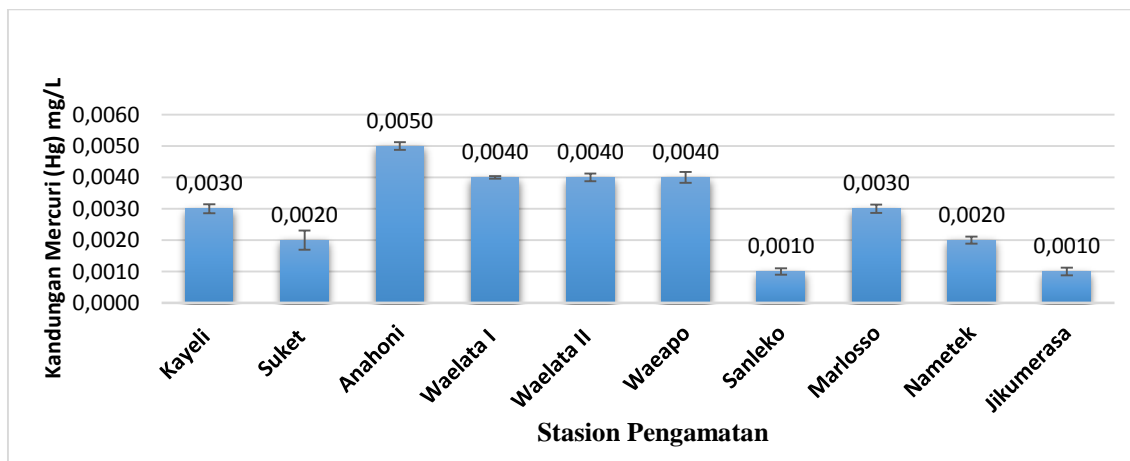
Hasil analisis Two-way ANOVA menunjukkan bahwa logam berat Hg berbeda signifikan ($P < 0,05$) dan menunjukkan adanya perbedaan kandungan Hg antara sedimen ($0,501 \text{ mg/L}$) dan air ($0,003 \text{ mg/L}$) di perairan Teluk Kayeli.

Tabel 2. Perbedaan kandungan Hg pada sedimen dan air

Grouping Information Using Tukey Method and 95,0% Confidence

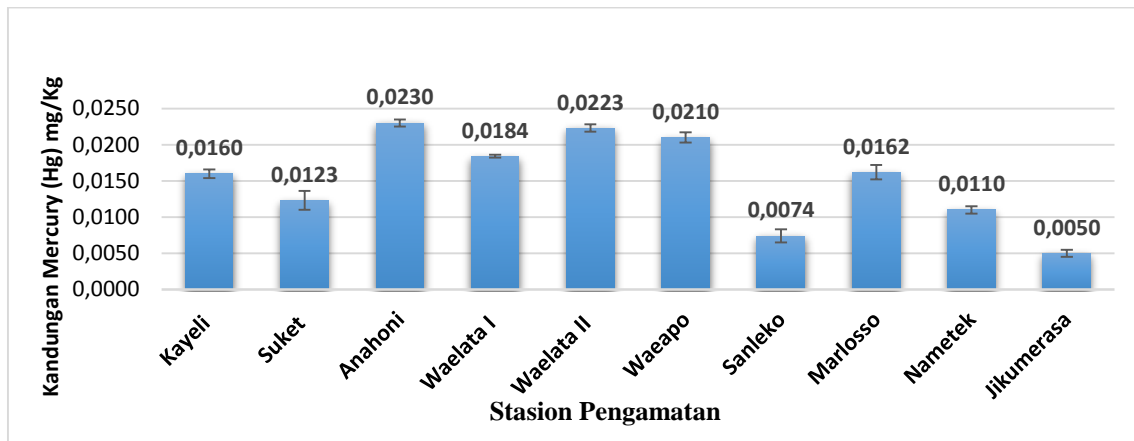
Pengamatan	N	Mean	Grouping
Sedimen	60	0,501	A
Air	60	0,003	B

Hasil pengukuran setiap stasion menunjukkan kandungan Hg pada air berkisar antara $0,001 \pm 0,00012$ – $0,005 \pm 0,00012 \text{ mg/L}$ (Gambar 3).



Gambar 3. Kandungan merkuri pada air

Hasil pengukuran setiap stasion menunjukkan sedimen berkisar antara $0,001 \pm 0,023$ – $1,835 \pm 0,16828 \text{ mg/kg}$ (Gambar 4).



Gambar 4. Kandungan merkuri pada sedimen

Kandungan Logam Berat pada Organ (Akar, Rhizoma dan Daun) Lamun (*Enhalus acoroides*)

Hasil penelitian di perairan Teluk Kayeli terindikasi bahwa Lamun (*Enhalus acoroides*) terdapat pada titik sampling 8 (Muara Sungai Marlosso) dan titik sampling 10 (Pantai Jikumerasa). Tabel 3 menunjukkan perbedaan kandungan logam berat baik Pb maupun Hg pada organ lamun (*Enhalus acoroides*) di dua (2) titik sampling.

Tabel 3. Kandungan logam berat Pb dan Hg pada akar, rhizoma dan daun Lamun (*Enhalus acoroides*) di Titik Sampling 8 (Marlosso) dan Titik Sampling 10 (Jikumerasa)

Titik Sampling	Lokasi	Akar		Rhizoma		Daun	
		Pb (mg/Kg)	Hg (mg/Kg)	Pb (mg/Kg)	Hg (mg/Kg)	Pb (mg/Kg)	Hg (mg/Kg)
8	Muara Sungai Marlosso	^b 5,3266±0,055 8	^b 0,6687±0,0069	^b 3,5809±0,0223	0,4772±0,0080	^b 1,7981±0,0360	0,2717±0,0088
10	Pantai Jikumerasa	^b 2,7449±0,027 1	0,1782±0,00867	^b 1,9271±0,0363	0,1099±0,0105	^b 0,7985±0,0351	0,0576±0,0040
Rata-rata		^b 4,03375	0,4235	^b 2,754	0,2935	^b 1,2983	0,165
^a Baku mutu		0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5

Keterangan : ^aSNi 7387:2009; ^bMelebihi baku mutu TS = Titik Sampling

Kandungan Logam Berat Pb dan Hg pada Air dan Sedimen

Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan Pb berbeda pada sedimen dan air. Kandungan Pb tertinggi terdapat pada sedimen (1,2818 mg/Kg) dibandingkan dengan air (1,2186 mg/l). Selaras dengan Tupan *et al* (2014) dalam penelitiannya menyatakan bahwa kandungan logam Pb pada sedimen lebih tinggi daripada di air dan berkorelasi signifikan dengan akar lamun *Thalassia hemprichii*. Logam berat yang masuk dalam tanah (sedimen) dan sebagian akan masuk dalam sistem aliran sungai yang selanjutnya akan terbawa ke laut. Logam berat yang masuk dalam ekosistem laut akan mengendap ke dasar perairan dan terserap dalam sedimen (Jaibet, 2007).

Kandungan logam berat Pb di perairan Teluk Kayeli menunjukkan hasil melebihi nilai baku mutu logam timbal pada air laut yang ditetapkan dalam KepMen LH No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut bagi biota laut sebesar 0,008 mg/l. Kandungan timbal yang tinggi dalam perairan Teluk Kayeli akan berdampak pada terganggunya kehidupan biota perairan. Logam berat dalam perairan tersebut selanjutnya terabsorpsi dalam tanaman akuatik dan akan terkontaminasi ke plankton dan biota mikroorganisme lainnya dalam air (Riani, 2012). Sedimen dan tanah dikenal sebagai “*storage system*”, sehingga bahan pencemar termasuk Pb yang masuk ke sistem ini akan terendap. Kandungan logam berat Pb pada sedimen menunjukkan hasil masih di bawah batas aman toleransi apabila dibandingkan dengan baku mutu (CCME 2002 = 30,2 mg/Kg). Namun demikian pengendapan logam berat yang terus berlangsung di Teluk Kayeli dapat berakibat pada peningkatan timbal yang berlebih di sedimen. Hal ini seiring waktu dengan bertambahnya jumlah aktivitas pertambangan emas di sepanjang perairan Teluk Kayeli, berpotensi akan semakin tinggi pula kadar timbal di air sungai yang akan masuk ke laut.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan Hg berbeda pada sedimen dan air. Kandungan Hg tertinggi terdapat pada sedimen (0,501 mg/Kg) dibandingkan dengan air (0,003 mg/L). Hasil analisis di atas terlihat bahwa konsentrasi merkuri (Hg) di sedimen lebih besar daripada di air. Hal ini dikarenakan merkuri memiliki sifat kimia yang stabil terutama di lingkungan sedimen. Selain itu setelah merkuri masuk ke dalam perairan, merkuri tersebut sebagian ada yang terbawa aliran air, ada juga yang masuk terserap oleh tumbuhan air melalui akar dan bertransformasi di dalam sistem metabolisme tumbuhan air. Thomas and Young (1988) menyebutkan bahwa sedimen sebagai tempat penyimpanan logam berat B3 yang cukup potensial di wilayah pesisir.

Hasil analisis menunjukkan kandungan logam berat merkuri (Hg) dalam air laut di setiap titik sampling telah melebihi baku mutu untuk organisme perairan. Nilai baku mutu logam berat merkuri dalam air laut diatur dalam KepMen LH No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut bagi biota laut sebesar 0,001 mg/L. Hal ini diduga karena hasil dari aktivitas pertambangan emas tradisional di bagian hulu sungai Waeapo. Pengolahan emas yang menggunakan cairan merkuri pada proses amalgamasi berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dikelola secara benar. Penggunaan merkuri secara liar pada pengolahan biji emas (*tromol/tailing*) tanpa memperhatikan prinsip-prinsip pengolahan limbah akan berdampak buruk terhadap lingkungan khususnya tanah di sekitar daerah pengolahan. Hal ini sejalan dengan penelitian (Mirdat *et al.* 2013) yang menemukan kandungan merkuri (Hg) dalam tanah pada areal sekitar *tromol/tailing* di Kelurahan Poboya berkisar 0,57 ppm – 8,19 ppm sedangkan pada limbah berkisar 84,15 ppm sampai 575,16 ppm.

Aktivitas pengolahan emas yang menggunakan cairan merkuri tanpa memperhatikan akibatnya akan menghasilkan lumpur dengan kandungan merkuri yang

tinggi. Lumpur yang dihasilkan oleh aktivitas *tailing* tersebut tidak dikelola secara benar, hanya ditampung dalam kolam penampungan yang kecil, sehingga ketika turun hujan maka akan terbawa ke sungai selanjutnya mengalir ke laut. Sebagian lainnya akan menguap ke udara dan ketika turun hujan maka akan terbawa turun bersama air hujan. Hal inilah yang diduga menjadi penyebab akan semakin bertambahnya kandungan merkuri dalam sedimen di Teluk Kayeli. Kontaminasi logam berat merkuri pada sedimen di Teluk Kayeli diduga juga berasal dari sumber lain seperti limbah rumah tangga, dari penggunaan pestisida oleh masyarakat pada bidang pertanian dan perkebunan di daratan. Limbah rumah tangga mengandung Hg dan dapat terakumulasi dalam sedimen. Merkuri yang menguap dapat bertahan di atmosfer selama satu tahun (Anonim, 2011). Merkuri (Hg) yang terdapat dalam limbah (*waste*) di perairan umumnya akan diubah oleh aktivitas mikroorganisme menjadi komponen metil-merkuri (Me-Hg) yang memiliki sifat racun dan mempunyai daya ikat yang kuat disamping kelarutannya yang tinggi (Purnawan *et al*, 2013).

Kandungan Logam Berat pada Akar, Rhizoma dan Daun *Enhalus acoroides*

Hasil penelitian terhadap kandungan logam berat pada lamun (*Enhalus acoroides*) di perairan Teluk Kayeli pada stasion 8 (Muara Sungai Marlosso) dan 10 (Pantai Jikumerasa), menunjukkan terdapat perbedaan kandungan logam berat baik Pb maupun Hg pada akar, rhizome dan daun lamun di 2 (dua) stasion tersebut (Tabel 1). Kandungan Pb pada akar ($5,3266 \pm 0,05579$ mg/Kg) lebih tinggi pada stasion 8 dibandingkan stasion 10 ($2,7449 \pm 0,02713$ mg/Kg). Nilai baku mutu logam berat timbal yaitu 0,3 mg/Kg (SNI 7387:2009) dan 0,4 mg/Kg (BPOM). Berdasarkan hasil kandungan logam berat timbal pada akar di Teluk Kayeli menyatakan bahwa telah melewati baku mutu yang ditetapkan pemerintah. Konsentrasi timbal yang tinggi pada akar lamun diduga logam Pb terserap dalam bentuk ion-ion. Logam akan larut dalam lemak dan mampu melakukan penetrasi pada membran sel, sehingga ion logam akan terakumulasi di dalam sel dan jaringan. Kandungan Pb pada rhizoma lamun pada stasion 8 (Muara Sungai Marlosso) lebih tinggi ($3,5809 \pm 0,02233$ mg/Kg) dibandingkan dengan stasion 10 ($1,9271 \pm 0,03634$ mg/Kg). Nilai baku mutu logam berat timbal pada biota laut sebesar 0,3 mg/Kg (SNI 7387:2009) dan 0,4 mg/Kg (BPOM).

Kandungan logam berat timbal pada rhizoma yang diperoleh dari lokasi penelitian telah melewati batas baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah sesuai SNI dan BPOM. Hal ini diduga penyerapan logam Pb oleh tanaman melalui akar meningkat dari substrat tempat tumbuhnya. Kandungan Pb yang tinggi pada stasion 8 di perairan Sungai Marlosso akan menyebabkan peran rhizoma lamun menjadi terganggu. Kandungan Pb di daun pada stasion 8 (Muara Sungai Marlosso) lebih tinggi ($1,7981 \pm 0,03602$ mg/Kg) dibandingkan dengan stasion 10 ($0,7985 \pm 0,03515$ mg/Kg). Nilai baku mutu logam berat timbal pada biota laut sebesar 0,3 mg/Kg (SNI 7387:2009) dan 0,4 mg/Kg (BPOM). Kandungan logam berat timbal pada daun yang diperoleh dari lokasi penelitian baik di Muara Sungai

Marlosso maupun Jikumerasa telah melewati batas baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah sesuai SNI dan BPOM. Kandungan Pb yang tinggi di daun pada kedua stasiun (8 dan 10) di duga bahwa Pb sebagian besar terakumulasi di daun. Disamping itu perpindahan Pb dari tanah ke tanaman juga tergantung dari komposisi dan pH tanah. Konsentrasi Pb yang tinggi akan mengakibatkan pengaruh toksik pada proses fotosintesis dan pertumbuhan. Pb mempengaruhi tanaman dalam konsentrasinya tinggi. Tanaman dapat menyerap logam Pb pada saat kondisi kesuburan dan kandungan bahan organik tanah rendah.

Kandungan logam Hg di akar lamun pada dua stasiun 8 dan 10 adalah sebesar $0,6687 \pm 0,0069$ mg/Kg dan $0,1782 \pm 0,0087$ mg/Kg. Konsentrasi tertinggi diperoleh pada stasiun 8 dan terendah pada stasiun 10. Nilai baku mutu logam berat merkuri pada lamun sebesar 0,5 mg/Kg (SNI 7387:2009) dan 1,0 mg/Kg (BPOM). Kandungan Hg yg didapatkan dalam organ lamun (akar) masih pada batas toleransi bagi tumbuhan untuk stasiun 10 (Pantai Jikumerasa), namun kandungan ini masih dianggap berbahaya bagi tumbuhan karena merkuri dimungkinkan akan diangkut melalui jaringan pengangkut xilem dan floem ke bagian tumbuhan lain. Dalam meningkatkan efisiensi pengangkutan dalam organ tanaman, logam diikat oleh molekul khelat. Berbagai jenis molekul khelat yang berfungsi mengikat logam dihasilkan oleh tumbuhan seperti histidin yang dapat mengikat Cr. Lokasi pada jaringan dalam mencegah peracunan logam terhadap sel, tumbuhan mempunyai mekanisme detoksifikasi. Kandungan Hg yang tinggi pada akar pada stasiun 8 diduga karena terdapatnya kegiatan pertambangan emas di dekatnya yang telah terlebih dahulu mencemari tanah dan air sungai di sekitarnya. Respon pertama tumbuhan adalah pada akar. Terdapat juga serangkaian proses fisiologis yang berperan dalam akumulasi logam sepanjang siklus hidup tumbuhan yang berawal dari akar.

Kandungan Hg pada rhizoma pada stasiun 8 lebih tinggi ($0,4772 \pm 0,0080$ mg/Kg) dibandingkan dengan stasiun 10 ($0,1099 \pm 0,0105$ mg/Kg). Nilai baku mutu logam berat merkuri pada lamun sebesar 0,5 mg/Kg (SNI 7387:2009) dan 1,0 mg/Kg (BPOM). Rata-rata hasil analisis laboratorium logam merkuri pada rhizoma yang diperoleh dari lokasi penelitian masih berada dibawah baku mutu yang ditetapkan pemerintah. Meskipun kandungan logam merkuri (Hg) dalam sampel rhizoma masih dalam konsentrasi yang sangat kecil namun peningkatan kandungan logam ini perlu diwaspadai dikarenakan peran dari tumbuhan sebagai produsen utama dalam sistem rantai makanan. Konsentrasi Hg tidak mustahil akan menjadi besar (terakumulasi) pada biota dengan trofik level yang lebih tinggi. Kandungan merkuri (Hg) pada daun yang terdapat pada stasiun 8 sebesar $0,2717 \pm 0,0088$ mg/Kg dan stasiun 10 sebesar $0,0576 \pm 0,0040$ mg/Kg masih dalam batas normal namun demikian kandungan Hg pada stasiun 8 sudah mendekati batas kritis dan dikhawatirkan meningkat sejalan dengan polutan yang masuk secara berkala dari aktivitas di sekitar perairan.

KESIMPULAN

Hasil kandungan logam berat Pb dan Hg pada air, sedimen dan organ lamun (akar, rhizoma dan daun) lamun *Enhalus acoroides* di perairan Teluk Kayeli menunjukkan bahwa akumulasi Pb dan Hg lebih banyak terdapat pada sedimen dan akar lamun.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus C, Sukandarrumidi, Wintolo D. (2005). *Dampak limbah cair pengolahan emas terhadap kualitas air sungai dan cara mengurangi dampak dengan menggunakan zeolit: studi kasus pertambangan emas tradisional di desa Jendi Kecamatan Selogiri Kabupaten Wonogiri Provinsi Jawa Tengah*. Jurnal Manusia dan Lingkungan, Vol. 12, No.1, Maret 2005, hal. I3-19 Pusat Studi Lingkungan Hidup Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta, Indonesia
- Ahmad, F., S. Azman, M.I. Mohd Said, L. Baloo. (2015). *Tropical seagrass as a bioindicator of metal accumulation*. Sains Malaysiana, 44(2): 203–210.
- Ambo-Rappe, R., D.L. Lajus, M.J. Schreider. (2011). *Heavy metal impact on growth and leaf asymmetry of seagrass, Halophila ovalis*. Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology, 3(6): 149–159.
- Azkab, H. (2006). *Ada Apa dengan Lamun*. J. Oseana., 31(3):45-55.
- Björk M, Short F, Mcleod E, Beer S. 2008. *Managing Seagrasses for Resilience to Climate Change*: IUCN, Gland, Switzerland.
- Boran M & Altinok I. 2010. *A Review of Heavy Metals in Water, Sediment and Living Organisms in The Black Sea*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science 10: 565-572
- Campbell, P. 2002. *Predicting metal bioavailability-applicability of the Biotic Ligand Model; CIESM Workshop Monographs Metal and radionuclides bioaccumulation in marine organisms*; CIESM, Monaco.
- Endang, Y.H. 2008. *Lamun (Cymodocea rotundata, Thalassia hemprichii dan Enhalus acoroides) sebagai Bioindikator Logam Berat Timbal (Pb) di Perairan Pesisir*. Disertasi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang
- Fisher, N. 2003. *Advantage and Problems in The Application of Radiotracer for Determining The Bioaccumulation of Contaminant in Aquatic Organism*. RCM on Biomonitoring, IAEA, Monaco
- Jaibet, J. 2007. *Analisis Logam Berat Cd, Cu dan Pb dalam Sedimen dan Air Laut di Teluk Salut Tuaran. Thesis (Tidak dipublikasikan)*. Sekolah Sains dan Teknologi. Universitas Malaysia Sabah
- Maddusa, S.S, M Giffari P, A.R. Syarifuddin, J Maambuat, G.Alla. 2017. *Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg), Zink (Zn) dan Arsen (As) pada Ikan dan Air Sungai Tondano, Sulawesi Utara*. Al-Sihah : Public Health Science Journal. VOLUME IX, NO. 2, JULI -DESEMBER 2017

- Ning L, Liyuan Y, Jirui D, Xugui P. (2011). *Heavy metal pollution in surface water of Linglong Gold Mining Area, China*. *Procedia Environment Sciences*. 10: 914-917.
- Rainbow PS. (2007). *Trace bioaccumulation: models, metabolic availability and toxicity*. *Environment International* 33, 576-582.
- Riani. (2012). *Perubahan Iklim dan Kehidupan Biota Akuatik (Dampak pada Bioakumulasi Bahan Berbahaya dan Beracun & Reproduksi)*. IPB Press. Bogor.
- Rijal, M., Rosmawati, T., Alim, N., & Amin, M. (2014). Bioakumulation heavy metals lead (Pb) and cadmium (Cd) seagrass (*Enhalus acroides*) in Waai and Galala Island Ambon. *IJSBAR*, 16(2), 349-356
- Rijal, M. (2010). Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) pada Lamun (*Enhalus Acroides*) Di Perairan Waai dan Galala Ambon Sebagai Sumber Belajar Ekologi Pencemaran. (Tesis). *DISERTASI dan TESIS Program Pascasarjana UM*
- Sudharsan, S., P. Seedevi, P. Ramasamy, N. Subhapradha, S. Vairamani, A. Shanmugam. (2012). *Heavy metal accumulation in seaweeds and sea grasses along southeast coast of India*. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 4(9): 4240–4244.
- Supriyantini, E., S. Sedjati, Z. Nurfadhli. (2016). *Akumulasi logam berat Zn (seng) pada lamun Enhalus acoroides dan Thalassia hemprichii di Perairan Pantai Kartini Jepara*. *Buletin Oseanografi Marina*, 5(1): 14–20.
- Tuaputty, Una.S. (2014). *Eksternalitas Pertambangan Emas Rakyat di Kabupaten Buru Maluku*. Tesis (Tidak dipublikasikan). IPB. Bogor.
- Tupan, Charlothia I. E. Y. Herawati, D. Arfiati. Aulanni'am. (2014). *Profile of lead (Pb) heavy metal in water, sediment and seagrass (Thalassia hemprichii) in Ambon Island, Maluku, Indonesia*. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)* ISSN: 2220-6663 (Print) 2222-3045 (Online) Vol. 5, No. 4, p. 65-73, 2014
- Tupan, C. I., R. Azrianingsih. (2016). *Accumulation and deposition of lead heavy metal in the tissues of roots, rhizomes and leaves of seagrass Thalassia hemprichii (Monocotyledoneae, Hydrocharitaceae)*. *AACL Bioflux*, 9(3): 580–589. Unsworth RKF, Collier CJ, Waycott M, McKenzie LJ, Cullen
- Thangaradjou, T., E.P. Nobi, E. Dilipan, K. Sivakumar, S. Susila. (2011). *Heavy metal enrichment in seagrasses of Andaman Islands and its implication to the health of the coastal ecosystem*. *Indian Journal of Marine Sciences*, 39(1): 85–91.
- Wulandari E, Herawati EY, Arfiati D. (2012). *Kandungan logam berat Pb pada air laut dan tiram Saccostrea glomerata sebagai bioinkator kualitas Perairan Prigi-Trenggalek, Jawa Timur*. *Jurnal Penelitian Perikanan*. 1(1): 10-14.